

## ПРИМЕНЕНИЕ РЕОГЕПАТОГРАФИИ У ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ДОНОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНОЧНОГО ГРАФТА

ЛИПНИЦКИЙ А.Л.<sup>1</sup>, ТОЧИЛО С.А.<sup>1</sup>, МАРОЧКОВ А.В.<sup>1</sup>, БОРИСОВ О.Л.<sup>2</sup>,  
АНТИПЕНКО А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Могилевская областная клиническая больница, г. Могилев, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова, г. Могилев, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2020. – Том 19, №4. – С. 53-61.

## THE USE OF RHEOHEPATOGRAPHY IN A POTENTIAL DONOR FOR EVALUATING HEPATIC GRAFT FUNCTION

LIPNITSKI A.L.<sup>1</sup>, TACHYLA S.A.<sup>1</sup>, MAROCHKOV A.V.<sup>1</sup>, BORISOV O.L.<sup>2</sup>, ANTIPENKO A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mogilev Regional Clinical Hospital, Mogilev, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Mogilev State University named after A.A. Kuleshov, Mogilev, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2020;19(4):53-61.

### Резюме.

Цель исследования – выявить изменения показателей тетраполярной реогепаатографии (РГГ) у потенциальных доноров перед забором органов и тканей для трансплантации.

Материал и методы. В проспективное пилотное исследование было включено 30 потенциальных доноров органов и тканей (пациенты с необратимым повреждением головного мозга (смертью мозга)). Средний возраст потенциального донора был равен 56 (49;59) лет, мужчин – 18 (60%), женщин – 12 (40%). Причиной смерти мозга были нарушения мозгового кровообращения у 25 (83,3%) пациентов, черепно-мозговая травма – у 5 (16,7%) пациентов. У всех потенциальных доноров с целью оценки функции печеночного графта перед забором органов и тканей для трансплантации была проведена тетраполярная реогепаатография.

Результаты. При сравнении показателей РГГ у эффективных доноров печеночного графта (n=9) и у доноров без забора печеночного графта (n=21) были выявлены статистически значимые отличия: время быстрого кровенаполнения – 0,06 (0,05;0,06) с и 0,05 (0,03;0,05) с (p=0,05); время общей систолы – 0,37 (0,29;0,45) с и 0,23 (0,22;0,29) с (p=0,05); реографический индекс – 0,53 (0,43;0,95) у.е. и 0,2 (0,14;0,26) у.е. (p<0,001); максимальная скорость быстрого наполнения – 0,55 (0,46;1,62) Ом/с и 0,3 (0,2;0,39) Ом/с (p=0,005) соответственно.

Заключение. Показатели РГГ могут использоваться как независимые предикторы функционального и морфологического повреждения донорской печени на этапе кондиционирования функциональных систем потенциального донора.

*Ключевые слова:* смерть мозга, потенциальный донор, печеночный графт, трансплантация печени, забор органов, реогепаатография.

### Abstract.

Objectives. To identify changes in tetrapolar rheohepatography (RHG) values in potential donors before harvesting of organs and tissues for transplantation.

Material and methods. A prospective pilot study included 30 potential organs and tissues donors (patients with brain death), among them: men – 18 (60%), women – 12 (40%). The average age of a potential donor was 56 (49; 59) years. The cause of brain death was cerebrovascular disease in 25 (83.3%) patients, traumatic brain injury – in 5 (16.7%) patients. In all potential donors, tetrapolar rheohepatography was performed to evaluate the function of hepatic graft before harvesting of organs and tissues for transplantation.

Results. When comparing the RHG indicators in effective hepatic graft donors (n=9) and in donors without hepatic graft harvesting (n=21), statistically significant differences were revealed: fast blood filling time – 0.06 (0.05; 0.06) s and 0.05

(0.03; 0.05) s ( $p=0.05$ ); total systole time – 0.37 (0.29; 0.45) s and 0.23 (0.22; 0.29) s ( $p=0.05$ ); rheographic index – 0.53 (0.43; 0.95) cu. and 0.2 (0.14; 0.26) cu. ( $p<0.001$ ); the maximum speed of fast filling – 0.55 (0.46; 1.62) ohm/s and 0.3 (0.2; 0.39) ohm/s ( $p=0.005$ ), respectively.

Conclusions. The RHG indicators can be used as independent predictors of functional and morphological damage of the donor's liver at the stage of conditioning functional systems of a potential donor.

Key words: brain death, potential donor, hepatic graft, liver transplantation, harvesting of organs, rheohepatography.

Нехватка донорских органов, пригодных для пересадки, является основной проблемой трансплантологии [1, 2]. Значительная часть донорских органов, пригодных для трансплантации, может быть потеряна в связи с поздним распознаванием смерти головного мозга, а также с ненадлежащей и недостаточной коррекцией нарушений функциональных систем у потенциального донора, которые являются следствием произошедшей смерти мозга [2, 3].

Следствием этого также является ранняя дисфункция пересаженных органов. Так, ранняя дисфункция трансплантата печени встречается с частотой до 40% и снижает начальную и отдаленную выживаемость реципиентов [4, 5]. Из нехирургических причин наибольший вклад в дисфункцию трансплантата вносит изначальная функциональная недостаточность печени у потенциального донора, которая может значительно ухудшаться во время кондиционирования [6, 7]. После констатации смерти мозга у потенциального донора проводят лабораторные и инструментальные исследования с целью оценить функциональные и морфологические особенности органов и систем.

Для оценки функции печени у потенциальных доноров проводят обязательные лабораторные анализы: определение общего билирубина, активности печеночных ферментов, уровня ионов натрия в плазме, коагулограмма [7]. С целью определения нарушенной структуры печени у донора проводят ультразвуковое исследование (УЗИ) с доплером. Однако УЗИ печени как правило является качественной оценкой и, кроме того, очень сильно зависит от опыта врача-специалиста, проводящего исследование. Поэтому окончательное решение о возможности забора принимается только непосредственно во время операции врачом-трансплантологом на основании морфологической оценки печени по степени стеатоза. Однако данная оценка также является относительно качественной и не учитывает функ-

ционального состояния графта.

Высококчувствительным, доступным и неинвазивным методом исследования, позволяющим изучить функцию печени, является тетраполярная реогепатография (РГГ). В клинической практике этот метод применяется с середины 20 века [8]. При помощи реогепатографии можно оценить функциональное состояние сосудистого бассейна печени, тонус артерий, кровенаполнение артериального русла, выявить застойные явления в венозной портальной системе. Данный метод позволяет прогнозировать развитие печеночной дисфункции и контролировать эффективность проведенной терапии [9].

На данный момент отсутствуют исследования по применению РГГ для определения функционального состояния печеночного графта потенциального донора и прогнозирования его функции в посттрансплантационном периоде.

В связи с этим, целью исследования было выявить изменения показателей тетраполярной реогепатографии у потенциальных доноров при оценке функции печеночного графта перед забором органов и тканей для трансплантации.

## Материал и методы

После разрешения Комитета по этике УЗ «Могилевская областная больница» (протокол №1 от 27.02.2018 г.) в проспективное пилотное исследование было включено 30 потенциальных доноров органов и тканей, которые находились на лечении в отделениях анестезиологии и реанимации Могилевской области с необратимым повреждением головного мозга.

Критерии включения в данное исследование: 1. наличие диагноза: черепно-мозговая травма, острое нарушение мозгового кровообращения, постигипоксическое повреждение головного мозга; 2. уровень сознания 3 балла по Шкале комы Глазго; 3. наличие протокола по констатации смерти мозга консилиумом врачей; 4. доноры

обоого пола; 5. возраст донора 18-70 лет. Критерии исключения: 1. наличие у потенциального донора гипотензии (среднее артериальное давление менее 55 мм рт.ст.); 2. наличие у пациента гипотермии (температура тела менее 32,2°C); 3. положительные маркеры вирусного гепатита В или С.

Диагноз смерти мозга устанавливался консилиумом врачей учреждения здравоохранения, где находился пациент согласно Постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 декабря 2008 г. №228 «Об утверждении инструкции о порядке констатации смерти мозга и признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 июля 2002 г. №47» [10]. В состав консилиума по констатации смерти мозга включались врачи с опытом работы по специальности не менее 5 лет, в том числе: врач-анестезиолог-реаниматолог, врач-невролог или врач-нейрохирург, заместитель главного врача по лечебной работе или ответственный дежурный врач и иные врачи-специалисты для проведения дополнительных инструментальных методов исследования. В состав консилиума по констатации смерти мозга не включались врачи-специалисты, принимавшие участие в заборе или трансплантации органов и тканей от умершего донора.

Средний возраст потенциального донора был равен 56 (49;59) лет, мужчин – 18 (60%), женщин – 12 (40%). Причиной смерти мозга были нарушения мозгового кровообращения у 25 (83,3%) пациентов, черепно-мозговая травма – у 5 (16,7%) пациентов. У 21 (70%) потенциального донора имелись сопутствующие хронические сердечно-сосудистые заболевания (артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца).

Комплексная оценка состояния потенциального донора с применением клинических, лабораторных и инструментальных методов исследования проводилась непосредственно перед началом проведения кондиционирования функциональных систем. У потенциальных доноров определяли следующие клинические признаки: систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и среднее артериальное давление (СрАД), частоту сердечных сокращений (ЧСС), степень насыщения крови кислородом ( $SpO_2$ ), температуру тела, параметры проводимой искусственной вентиляции легких. Потенциальным донорам проводили следующие обязательные лабораторные обследования: общий анализ крови, общий анализ мочи,

биохимический анализ крови (общий белок, общий билирубин, мочевины, креатинин, амилаза, аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартатаминотрансфераза (АСТ), С-реактивный белок), коагулограмма (протромбиновое время (ПВ), активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), международное нормализованное отношение (МНО), фибриноген), электролитный и кислотно-основной состав артериальной крови). Также проводили расчет индекса оксигенации (отношение парциального напряжения кислорода в артериальной крови к фракции кислорода во вдыхаемом газе ( $PaO_2/FiO_2$ )) и определяли тяжесть состояния по прогностической шкале SOFA.

Из инструментальных методов обследования потенциальному донору выполняли: рентгенографию органов грудной клетки, УЗИ органов брюшной полости, почек, сердца, электрокардиографию. На основании полученных данных врачами-трансплантологами принималось решение о возможности проведения забора органов и тканей у потенциального донора.

Для диагностики нарушений функции печени и оценки ее кровоснабжения у потенциального донора проводили тетраполярную реогепаатографию. Запись РГГ у потенциального донора производилась в положении донора лежа на спине с непродолжительным апноэ после проведенной в течение 10 минут преоксигенации 100% кислородом. Применялась тетраполярная реогепаатография с классическим подключением электродов (Логонова А. С. и соавт. 1962) [11]. В данном исследовании применялся реографический комплекс Рео-Спектр (Нейрософт, Российская Федерация), которым измерялись следующие параметры: время распространения пульсовой волны от сердца ( $Qx$ ), время быстрого кровенаполнения ( $\alpha_1$ ), время медленного кровенаполнения ( $\alpha_2$ ), время восходящей части волны ( $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ ), время общей систолы (Тобщ.), длительность катокроты (Ткат.), реографический индекс (РИ) – отношение амплитуды артериальной части волны (Аарт.) к стандартному калибровочному импульсу, диастолический индекс (ДИА) – процентное отношение амплитуды диокроты к Аарт., максимальную скорость быстрого наполнения ( $V_{\max}$ ) – отношение амплитуды систолического максимума реограммы к  $\alpha_1$ .

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы Statistica (Version 10, StatSoft Inc.). Для оценки

распределения применяли критерий Шапиро-Уилка. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ) в случае нормального распределения или медианы и 25%-75% квартилей (в группах с отличным от нормального распределения). Для определения значимости различий независимых выборок применялся критерий Манна-Уитни (Mann-Whitney Test). Для анализа категориальных данных использовали Хи-квадрат по Пирсону (Pearson's Chi-square Test). Для оценки корреляции использовали коэффициент корреляции Спирмена (Spearman rank, R).

## Результаты

У всех потенциальных доноров после констатации смерти мозга был проведен забор донорских органов и/или тканей. Потенциальные доноры, у которых не было проведено изъятие печеночного графта, были включены в группу 1 ( $n=21$ ), а доноры, у которых был проведен забор печеночного графта – в группу 2 ( $n=9$ ). Указан-

ные группы не отличались между собой по возрасту (56,5 (49;59) года и 54,0 (50;57) года), массе тела (82 (70;90) кг и 82,5 (62,5;95) кг), индексу массы тела (26,48 (22,86;30,86)  $\text{кг}/\text{м}^2$  и 26,90 (22,99;31,04)  $\text{кг}/\text{м}^2$ ) в группе 1 и 2 соответственно ( $p>0,1$ ).

Только 11 (36,7%) потенциальных доноров не имели признаков сердечно-сосудистой недостаточности. У 12 (57,1%) доноров в группе 1 и 7 (77,8%) доноров в группе 2 гемодинамика поддерживалась титрованием норадреналина в дозе 0,08 (0,03;0,12)  $\text{мкг}/\text{кг}/\text{мин}$  и 0,095 (0,085;0,25)  $\text{мкг}/\text{кг}/\text{мин}$  соответственно ( $p>0,05$ ). При этом систолическое АД было равно 127 (115;140) мм рт.ст. и 130 (125;140) мм рт.ст., диастолическое – 80 (70;90) мм рт.ст. и 82 (80;90) мм рт.ст. в 1 и 2 группе соответственно ( $p>0,1$ ) (табл. 1).

Перед констатацией смерти мозга потенциальным донорам проводилась искусственная вентиляция легких в течение 43 (24;58) ч. в группе 1 и 48,75 (28,3;67) ч. в группе 2 ( $p>0,05$ ), а коэффициент оксигенации был равен 340 (302,6;400) и 357,5 (276,6;397,9) соответственно ( $p>0,05$ ).

Таблица 1 – Клинические и лабораторные показатели пациентов в исследуемых группах (Ме [25%-75%])

Показатель	Группа 1 ( $n=21$ )	Группа 2 ( $n=9$ )	p
САД, мм рт. ст.	127 (115;140)	130 (125;140)	$>0,1$
ДАД, мм рт. ст.	80 (70;90)	82 (80;90)	$>0,1$
СрАД, мм рт. ст.	95,7 (86,7;106,7)	103,3 (95;104,7)	$>0,1$
ЧСС, $\text{мин}^{-1}$	87,5 (80,0;89,0)	72,0 (60,0;92,0)	$>0,1$
SpO <sub>2</sub> , %	99,0 (98,0;99,0)	98,5 (98,0;99,5)	$>0,1$
Лейкоциты, $\cdot 10^9/\text{л}$	11,3 (8,7;14,2)	12,8 (8,0;16,0)	$>0,1$
Эритроциты, $\cdot 10^{12}/\text{л}$	4,18 (3,5;4,6)	4,3 (4,2;4,63)	$>0,1$
Гемоглобин, г/л	128 (108;148)	130 (114;136)	$>0,1$
Тромбоциты, $\cdot 10^9/\text{л}$	183 (107;210)	207 (179;227)	$>0,1$
Общий белок, г/л	57,9 (46,0;63,4)	61,3 (54,5;63,1)	$>0,1$
Альбумин, г/л	36,0 (32,1;40,6)	36,8 (33,15;40,05)	$>0,1$
Билирубин, $\text{мкмоль}/\text{л}$	20,02 (13,3;29,5)	23,61 (16,6;26,67)	$>0,1$
Мочевина, $\text{ммоль}/\text{л}$	7,66 (5,16;11,83)	6,1 (6,01;12,13)	$>0,1$
Креатинин, $\text{мкмоль}/\text{л}$	105,5 (86,0;126,0)	113,0 (80,0;149,0)	$>0,1$
АЛТ, Е/л	43,2 (22,9;95,1)	40,6 (29,3;87,2)	$>0,1$
АСТ, Е/л	68,54 (49,7;111,9)	78,46 (53,1;127,0)	$>0,1$
Холестерин, $\text{ммоль}/\text{л}$	3,63 (2,75;4,68)	3,10 (2,89;4,65)	$>0,1$
СРБ, мг/л	114,4 (55,2;190,7)	125,9 (52,6;163,0)	$>0,1$
ПВ, с	15,0 (13,4;16,7)	15,22 (14,0;16,0)	$>0,1$
АЧТВ, с	30,0 (25,7;33,7)	28,4 (21,9;32,0)	$>0,1$
МНО	1,2 (1,11;1,26)	0,98 (0,93;1,08)	$>0,05$
Фибриноген, г/л	3,16 (2,7;4,27)	4,12 (3,0;5,2)	$>0,1$
Na <sup>+</sup> , $\text{ммоль}/\text{л}$	150,5 (146,5;157)	146 (137,5;156,5)	$>0,1$
Лактат, $\text{мкмоль}/\text{л}$	1,46 (1,04;1,91)	1,43 (1,02;1,91)	$>0,1$

Была проведена интегративная оценка органной дисфункции потенциальных доноров по шкале SOFA. Среднее значение составило у доноров в 1-ой группе 9 (8;10) баллов, а во 2-ой группе – 10 (7;11) баллов ( $p>0,05$ ), что является признаком наличия выраженной полиорганной недостаточности у всех потенциальных доноров.

Анализ лабораторных показателей у доноров без забора печеночного графта и у доноров графтов печени представлен в таблице 1. Сравнение основных лабораторных показателей функции печени и предикторов дисфункции трансплантата показало отсутствие различий между группами: общий билирубин 20,02 (13,3;29,5) мкмоль/л и 23,61 (16,6;26,67) мкмоль/л ( $p>0,1$ ), альбумин 36,0 (32,1;40,6) г/л и 36,8 (33,15;40,05) г/л ( $p>0,1$ ), АЛТ 43,2 (22,9;95,1) ед/л и 40,6 (29,3;87,2) ед/л ( $p>0,1$ ), МНО 1,2 (1,11;1,26) и 0,98 (0,93;1,08) ( $p>0,05$ ), уровень натрия в крови 150,5 (146,5;157) ммоль/л и 146 (137,5;156,5) ммоль/л ( $p>0,1$ ), уровень лактата крови 1,46 (1,04;1,91) мкмоль/л и 1,43 (1,02;1,91) мкмоль/л ( $p>0,1$ ) в группе 1 и группе 2 соответственно.

При анализе инструментальных данных (УЗИ печеночного графта) в группе 1 и группе 2 были получены следующие данные: косо-вертикальный размер (КВР) правой доли печени 154 (135;160) мм и 147,5 (143;155) мм ( $p>0,05$ ), вертикальный размер правой доли – 150,5 (141;157) мм и 143,2 (133;152) мм ( $p>0,05$ ), вертикальный размер левой доли – 66,5 (62,5;77,5) мм и 66,0 (61;83) мм ( $p>0,1$ ). Как следует из полученных лабораторных анализов и УЗИ печени, статистически значимые отличия между указанными группами отсутствовали.

У всех потенциальных доноров были получены следующие результаты реогепагографии: время распространения пульсовой волны от сердца ( $Q_x$ ) – 0,15 (0,11;0,23) с; время бы-

строго кровенаполнения ( $\alpha_1$ ) – 0,05 (0,03;0,06) с; время медленного кровенаполнения ( $\alpha_2$ ) – 0,04 (0,04;0,08) с; время восходящей части волны ( $\alpha$ ) – 0,09 (0,09;0,14) с; время общей систолы (Тобщ.) – 0,27 (0,22;0,34) с; длительность катакроды (Ткат.) – 0,51 (0,45;0,58) с; реографический индекс (РИ) – 0,22 (0,14;0,36) у.е.; диастолический индекс (ДИА) – 83 (10;153)%; максимальная скорость быстрого наполнения ( $V_{\max}$ ) – 0,36 (0,23;0,54) Ом/с.

При сравнении показателей РГГ у эффективных доноров графтов печени и у доноров без забора печеночного графта были выявлены статистически значимые отличия: время быстрого кровенаполнения – 0,06 (0,05;0,06) с и 0,05 (0,03;0,05) с ( $p=0,05$ ); время общей систолы – 0,37 (0,29;0,45) с и 0,23 (0,22;0,29) с ( $p=0,05$ ); реографический индекс – 0,53 (0,43;0,95) у.е. и 0,2 (0,14;0,26) у.е. ( $p<0,001$ ); максимальная скорость быстрого наполнения – 0,55 (0,46;1,62) Ом/с и 0,3 (0,2;0,39) Ом/с ( $p=0,005$ ) соответственно (табл. 2). Таким образом, у эффективных доноров печени отмечались большая максимальная скорость быстрого наполнения и более длительное время быстрого кровенаполнения, характеризующие скорость кровенаполнения крупных артерий и их тонус, больший реографический индекс и большее время общей систолы, показывающие величину наличия венозного застоя (уменьшаются при венозном застое). Графты печени, которые не были изъяты бригадой мультиорганного забора, на РГГ характеризовались значительно нарушенным артериальным и венозным кровотоком.

Нами был также проведен корреляционный анализ между показателями, полученными с помощью РГГ, и остальными клиническими и лабораторными данными, полученными во время кондиционирования функциональных систем донора и операции по забору органов и тканей для

Таблица 2 – Основные показатели РГГ у пациентов в исследуемых группах (Ме [25%-75%])

Показатель	Группа 1 (n=21)	Группа 2 (n=9)	p
$Q_x$ , с	0,13 (0,08;0,19)	0,23 (0,15;0,23)	$>0,1$
$\alpha_1$ , с	0,05 (0,03;0,05)	0,06 (0,05;0,06)	0,05
$\alpha_2$ , с	0,045 (0,04;0,06)	0,04 (0,04;0,08)	$>0,1$
$\alpha$ , с	0,09 (0,08;0,11)	0,1 (0,09;0,16)	$>0,1$
Тобщ, с	0,23 (0,22;0,29)	0,37 (0,29;0,45)	0,05
Ткат, с	0,49 (0,41;0,55)	0,58 (0,51;0,88)	$>0,1$
РИ, у.е.	0,20 (0,14;0,26)	0,53 (0,43;0,95)	$<0,001$
ДИА, %	79,0 (33,0;179,0)	89,0 (10,0;99,0)	$>0,1$
$V_{\max}$ , Ом/с	0,30 (0,20;0,39)	0,55 (0,46;1,62)	0,005

трансплантации. Умеренная прямая корреляция была выявлена между реографическим индексом и максимальной скоростью быстрого наполнения и уровнем альбумина (Spearman  $R=0,52$  и  $R=0,54$  соответственно,  $p=0,03$ ), умеренная обратная корреляция – временем медленного кровенаполнения и уровнем АЛТ ( $R=-0,5$ ,  $p=0,05$ ) и умеренная прямая корреляция – между временем быстрого кровенаполнения и КВР правой доли печени ( $R=0,66$ ,  $p=0,04$ ).

Сильная корреляция была также выявлена между реографическим индексом и максимальной скоростью быстрого наполнения и оценкой печени в баллах (макроскопическая оценка степени стеатоза по пятибалльной шкале), выставленной в паспорте донора врачом-трансплантологом бригады мультиорганного забора ( $R=0,79$  и  $R=0,74$  соответственно,  $p<0,001$ ).

## Обсуждение

Существуют различные способы диагностики состояния печеночного графта. Такие методы обследования, как компьютерная и магнитно-резонансная томография, радиоизотопная скintiграфия, селективная ангиография позволяют выявить морфологические изменения печени и портальной системы кровообращения (цирроз печени, сосудистых аневризм, наличие опухоли и др.) [12]. Однако все перечисленные методы обследования позволяют лишь косвенно судить о состоянии печеночного кровотока во время кондиционирования донора. Кроме того, данные методы дорогостоящие, не могут применяться рутинно, а их проведение связано с опасностью остановки сердечной деятельности у донора.

Основным способом предоперационной оценки структуры печени и печеночного кровотока у донора является ультразвуковая диагностика с доплеровским исследованием [13]. Оценивают такие данные ультразвукового исследования, как размеры печени, однородность ее структуры, степень гепатоза, печеночный кровоток. Однако характер количественных и качественных изменений печеночного кровотока, определяемых данным методом, не является специфичным для различных поражений печени и может рассматриваться только вместе с другими клинико-биохимическими и инструментальными методами [12].

Метод РГГ заключается в регистрации изменений электрического сопротивления печени [11, 14]. Данный метод не требует наличия слож-

ного дорогостоящего оборудования, является безвредным и неинвазивным, быстро дает необходимую информацию и может быть освоен врачами трансплант-координаторами без привлечения специалистов функциональной диагностики. Относительным недостатком метода может быть сложность интерпретации полученной информации: множество регистрируемых параметров РГГ-кривой требуют их расшифровки. Однако на данный момент разработан интегративный показатель печеночного кровотока, который позволяет существенно упростить интерпретацию данного метода [9].

Полученные нами данные продемонстрировали, что лабораторные и инструментальные показатели состояния функции и структуры печени не являются объективным критерием возможности ее забора у потенциального донора. Было установлено, что только показатели реоэпатографии (РИ и  $V_{\text{макс}}$ ), выполненной у потенциального донора, являются независимыми предикторами функционального и морфологического повреждения донорской печени и могут быть использованы для прогнозирования вероятности забора графта печени и, возможно, для прогнозирования риска его ранней дисфункции после трансплантации [7, 15].

Известно, что одним из основных критериев возможной дисфункции трансплантата, на который можно повлиять во время кондиционирования, это длительная артериальная гипотензия у потенциального донора (более 1 часа). Наличие длительной гипотензии у донора приводит к гипоперфузии, нарушению микроциркуляции и гипоксическому повреждению донорской печени, внутриклеточному накоплению свободных радикалов, что значительно усугубляет ишемически-реперфузионное повреждение [6, 16]. В нашем исследовании у 65% доноров имелись признаки сердечно-сосудистой недостаточности, и адекватная перфузия органов поддерживалась титрованием норадреналина. Именно у таких доноров РГГ можно использовать и для динамического контроля состояния печеночного кровотока во время проведения кондиционирования донорских органов, подбирая при этом оптимальное артериальное давление и дозы вазопрессорных и инотропных лекарственных средств.

## Заключение

1. Между реографическим индексом и мак-

симальной скоростью быстрого наполнения и оценкой печени в баллах (макроскопическая оценка во время лапаротомии) имеется сильная прямая корреляция:  $R=0,79$  и  $R=0,74$  соответственно ( $p<0,001$ ). Данные показатели РГГ являются независимыми предикторами функционального и морфологического повреждения донорской печени.

2. Для определения возможности прогнозирования дисфункции графта печени с помощью РГГ необходимо дальнейшее проспективное наблюдение за реципиентами.

3. Необходимы дальнейшие исследования по возможности применения РГГ как критерия адекватности проводимых мероприятий по кондиционированию донорской печени (инфузионная, вазопрессорная, лекарственная и др. терапия) у потенциального донора перед забором органов.

**Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов.** Исследование проводилось в рамках гранта Президента Республики Беларусь в здравоохранении «На разработку и внедрение в клиническую практику новых методов диагностики и кондиционирования функциональных систем умершего донора в целях повышения эффективности кондиционирования и последующей трансплантации органов и тканей» (Распоряжение Президента Республики Беларусь от 19 января 2018 г. №32pn).

**Information on the source of support in the form of grants, equipment, medicinal preparations.** The research was conducted within the frames of the grant from the President of the Republic of Belarus in health care «For the development and application to clinical practice of new methods of diagnosing and conditioning of deceased donor's functional systems with the purpose of increasing the efficacy of conditioning and subsequent transplantation of organs and tissues». (Decree of the President of the Republic of Belarus dated 19 January 2018, №32 rp).

## Литература

- Организация службы трансплантации печени в Республике Беларусь / О. О. Руммо [и др.] // Трансплантология. – 2010. – № 1. – С. 68–72.
- Щастный, А. Т. Достижения и проблемы трансплантологии на современном этапе / А. Т. Щастный, Е. В. Михневич // Вестн. ВГМУ. – 2018. – Т. 17, № 5. – С. 7–16.
- Липницкий, А. Л. Оценка функциональных систем потенциальных доноров органов для трансплантации, перед констатацией смерти мозга / А. Л. Липницкий, А. В. Марочков, И. Я. Савостенко // Хирургия Беларуси на современном этапе : материалы XVI съезда хирургов Респ. Беларусь и Респ. науч.-практ. конф. «Хирургия Беларуси на современном этапе» (Гродно, 1–2 нояб. 2018 г.) : в 2 ч. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. ассоц. хирургов, Учреждение образования «Гродненский гос. мед. ун-т» ; под ред. Г. Г. Кондратенко. – Гродно, 2018. – С. 320–322.
- Ишемически-реперфузионное повреждение печени / А. Е. Щерба [и др.] // Мед. журн. – 2013. – Т. 43, № 1. – С. 27–31.
- Ранняя дисфункция трансплантата печени: факторы риска, клиническое течение и исходы / Я. Г. Мойсюк [и др.] // Трансплантология. – 2016. – № 2. – С. 16–28.
- Validation of a current definition of early allograft dysfunction in liver transplant recipients and analysis of risk factors / K. M. Olthoff [et al.] // Liver Transpl. – 2010 Aug. – Vol. 16, N 8. – P. 943–949.
- Characteristics associated with liver graft failure: the concept of a donor risk index / S. Feng [et al.] // Am. J. Transplant. – 2006 Apr. – Vol. 6, N 4. – P. 783–790.
- Сравнительный анализ клинико-лабораторных показателей и реогепатограммы у пациентов с механической желтухой, циррозом печени и синдромом полиорганной дисфункции / С. А. Точилю [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. – 2017. – № 3. – С. 49–53.
- Интегративный показатель состояния артериального печеночного кровотока у пациентов при критических состояниях / С. А. Точилю [и др.] // Вестн. ВГМУ. – 2019. – Т. 18, № 3. – С. 52–60.
- Об утверждении Инструкции о порядке констатации смерти и признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 июля 2002 г. № 47 : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 20 дек. 2008 г., № 228 // Бизнес-инфо. Аналитическая правовая система [Электронный ресурс] / ООО «Профессиональные правовые системы». – Минск, 2020.
- Логинев, А. С. Реограмма печени в норме и патологии / А. С. Логинев, Ю. Т. Пушкарь // Терапевт. арх. – 1962. – № 3. – С. 81–87.
- Труфанов, Г. Е. Лучевая диагностика (МРТ, КТ, УЗИ, ОФЭКТ и ПЭТ) заболеваний печени : руководство / Г. Е. Труфанов, В. В. Рязанов, В. А. Фокин ; под ред. Г. Е. Труфанова. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 264 с.
- Leong, L. Ultrasound of living donor liver transplantation / L. Leong // Biomed. Imaging Interv. J. – 2006 Apr. – Vol. 2, N 2. – P. e17.
- История развития метода реографии в XX–XXI веках / А. А. Гаранин [и др.] // Урал. мед. журн. – 2016. – № 6. – С. 89–96.
- Briceno, J. A proposal for scoring marginal liver grafts / J. Briceno, G. Solorzano, C. Pera // Transpl. Int. – 2000. – Vol. 13, suppl. 1. – P. S249–S252.
- Critical care issues in patients after liver transplantation / R. R. Razonable [et al.] // Liver Transpl. – 2011 May. – Vol. 17, N 5. – P. 511–527.

Поступила 13.04.2020 г.

Принята в печать 10.08.2020 г.

## References

1. Rummo OO, Dzyadzko AM, Fedoruk AM, Shcherba AE, Minov AF. Organization of liver transplantation service in the Republic of Belarus. *Transplantologiya*. 2010;(1):68-72. (In Russ.)
2. Shchastny AT, Mikhnevich EV. Achievements and problems of transplantology at the present stage. *Vestn VGMU*. 2018;17(5):7-16. (In Russ.)
3. Lipnitskiy AL, Marochkov AV, Savostenko IYa. Evaluation of the functional systems of potential organ donors for transplantation, before stating brain death. V: *M-vo zdravookhraneniia Resp Belarus'*, Belorus assots khirurgov, Uchrezhdenie obrazovaniia Grodnenskii gos med un-t; Kondratenko GG, red. *Khirurgiia Belarusi na sovremennom etape: materialy KhVI s"ezda khirurgov Resp Belarus' i Resp nauch-prakt konf «Khirurgiia Belarusi na sovremennom etape»* (Grodno 1-2 noiab 2018 g): v 2 ch. Grodno, RB; 2018. P. 320-2. (In Russ.)
4. Shcherba AE, Korotkov SV, Minov AF, Savchuk MM, Dzyadzko AM, Rummo OO. Ischemic reperfusion injury to the liver. *Med Zhurn*. 2013;43(1):27-31. (IN Russ.)
5. Moysyuk YaG, Poptsov VN, Sushkov AI, Moysyuk LYa, Malinovskaya you, Belskikh LV. Early liver transplant dysfunction: risk factors, clinical course, and outcomes. *Transplantologiya*. 2016;(2):16-28. (In Russ.)
6. Olthoff KM, Kulik L, Samstein B, Kaminski M, Abecassis M, Emond J, et al. Validation of a current definition of early allograft dysfunction in liver transplant recipients and analysis of risk factors. *Liver Transpl*. 2010 Aug;16(8):943-9. doi: 10.1002/lt.22091
7. Feng S, Goodrich NP, Bragg-Gresham JL, Dykstra DM, Punch JD, DeRoy MA, et al. Characteristics associated with liver graft failure: the concept of a donor risk index. *Am J Transplant*. 2006 Apr;6(4):783-90. doi: 10.1111/j.1600-6143.2006.01242.x
8. Tochilo SA, Marochkov AV, Antipenko AA, Borisov OL, Nikiforova TYu. Comparative analysis of clinical and laboratory parameters and rheopatograms in patients with obstructive jaundice, cirrhosis and multiple organ dysfunction syndrome. *Problemy Zdorov'ia Ekologii*. 2017;(3):49-53. (In Russ.)
9. Tochilo SA, Lipnitskiy AL, Marochkov AV, Antipenko AA, Borisov OL, Livinskaya VA. Integrative indicator of the state of arterial hepatic blood flow in patients with critical conditions. *Vestn VGMU*. 2019;18(3):52-60. (In Russ.)
10. On approval of the Instructions on the procedure for declaring death and invalidating the resolution of the Ministry of Health of the Republic of Belarus of July 2, 2002 No. 47: postanovlenie M-va zdravookhraneniia Resp Belarus', 20 dek 2008 g, № 228. V: *OOO Professional'nye pravovye sistemy. Biznes-info. Analiticheskaia pravovaia sistema [Elektronnyi resurs]*. Minsk, RB; 2020. (In Russ.)
11. Loginov AS, Pushkar YuT. Rheogram of the liver is normal and pathological. *Terapevt Arkh*. 1962;(3):81-7. (In Russ.)
12. Trufanov GE, Ryazanov VV, Fokin VA; Trufanova GE, red. *Radiation diagnosis (MRI, CT, ultrasound, SPECT and PET) of liver diseases: rukovodstvo*. Moscow, RF: GEOTAR-Media; 2008. 264 p. (In Russ.)
13. Leong L. Ultrasound of living donor liver transplantation. *Biomed Imaging Interv J*. 2006 Apr;2(2):e17. doi: 10.2349/biij.2.2.e17
14. Garanin AA, Ryabov AE, Diachkov VA, Yamshchikova EN, Kovalskaya AN, Zuyeva IS, i dr. The history of the development of the rheography method in the XX-XXI centuries. *Ural Med Zhurn*. 2016;(6):89-6. (In Russ.)
15. Briceno J, Solorzano G, Pera C. A proposal for scoring marginal liver grafts. *Transpl Int*. 2000;13 Suppl 1:S249-52. doi: 10.1007/s001470050334
16. Razonable RR, Findlay JY, O'Riordan A, Burroughs SG, Ghobrial RM, Agarwal B, et al. Critical care issues in patients after liver transplantation. *Liver Transpl*. 2011 May;17(5):511-27. doi: 10.1002/lt.22291

Submitted 13.04.2020

Accepted 10.08.2020

## Сведения об авторах:

Липницкий А.Л. – к.м.н., врач-анестезиолог-реаниматолог, заведующий отделением по забору органов и тканей для трансплантации, Могилевская областная клиническая больница,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>;

Точило С.А. – к.м.н., врач-анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и реанимации, Могилевская областная клиническая больница,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1659-5902>;

Марочков А.В. – д.м.н., профессор, врач-анестезиолог-реаниматолог, Могилевская областная клиническая больница,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;

Борисов О.Л. – к.б.н., доцент, заведующий кафедрой спортивных и медико-биологических дисциплин, Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова;

Антипенко А.А. – к.б.н., доцент кафедры спортивных и медико-биологических дисциплин, Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова.

## Information about authors:

Lipnitski A.L. – Candidate of Medical Sciences, anesthesiologist-resuscitator, head of the department for taking organs and tissues for transplantation, Mogilev Regional Clinical Hospital,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2556-4801>;



*Tachyla S.A. – Candidate of Medical Sciences, anesthesiologist-resuscitator of the anesthesiology & resuscitation department, Mogilev Regional Clinical Hospital,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1659-5902>;*

*Marochkov A.V. – Doctor of Medical Sciences, professor, anesthesiologist-resuscitator, Mogilev Regional Clinical Hospital,*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5092-8315>;*

*Borisov O.L. – Candidate of Biological Sciences, associate professor, head of the Chair of Sports & Medicobiologic Disciplines, Mogilev State University named after A.A. Kuleshov;*

*Antipenko A.A. – Candidate of Biological Sciences, associate professor of the Chair of Sports & Medicobiologic Disciplines, Mogilev State University named after A.A. Kuleshov.*

**Адрес для корреспонденции:** Республика Беларусь, 212016, г. Могилев, ул. Бельницкого-Бирули, д. 12, Могилевская областная клиническая больница, отделение по забору органов и тканей для трансплантации. E-mail: [Lipnitski.al@gmail.com](mailto:Lipnitski.al@gmail.com) – Липницкий Артур Леонидович.

**Correspondence address:** Republic of Belarus, 212016, Mogilev, 12 Belynitsky-Birula str., Mogilev Regional Hospital, department for taking organs and tissues for transplantation. E-mail: [Lipnitski.al@gmail.com](mailto:Lipnitski.al@gmail.com) – Artur L. Lipnitski.